



Республиканская физическая олимпиада 2025 года (Заключительный этап)

Экспериментальный тур

9 класс.

Прочтите это в первую очередь!

1. Полный комплект состоит из двух заданий, на выполнение которого отводится пять часов.
2. Ознакомьтесь с перечнем оборудования – проверьте его наличие и работоспособность. При отсутствии оборудования или сомнении в его работоспособности немедленно обращайтесь к представителям оргкомитета.
3. Для Вас приготовлены Листы ответов, в которых отведены поля для занесения выводов формул, полученных результатов, комментариев по ходу выполнения работы. Для результатов измерений в Листах ответов подготовлены Таблицы, для построения графиков – их бланки. Листы ответов – это ваш чистовик. Для черновиков используйте чистые рабочие листы.
4. Так как ваши работы сканируются, пишите только на одной стороне всех листов. Подписывать листы запрещается.
5. В ходе работы можете использовать ручки, карандаши, чертежные принадлежности, калькулятор.



Желаем успехов в выполнении данных заданий!

Пакет содержит:

- титульный лист (1 стр.);
- условие экспериментального задания (4 стр.);
- листы ответов (10 стр.)

Задание 1. Квадратная вертушка

Не снимайте установку со штатива. не разматывайте ее нити – сами не восстановите. Следите, чтобы нити все время были намотаны с одной стороны (см. рисунок).

Если установка вышла из строя, немедленно обращайтесь за помощью к организаторам!

В данной задаче Вам необходимо исследовать движение системы, состоящей из вертушки на нитях (см. рис.) и подвешенного груза в зависимости от массы подвешенного груза. Во всех пунктах считайте движение вертушки равноускоренным.

Оборудование: вертушка, подвешенная на штативе, набор грузов: 2 груза по 50 г, набор гаек (масса гайки Вам будет указана), мерная лента, секундомер с памятью этапов.

Внимательно осмотрите установку, особенно способ намотки нитей. В зависимости от массы подвешенного груза вертушка может двигаться как вверх, так и вниз. Для этого подвесьте 2 груза по 50 г. Убедитесь, что при этом вертушка поднимается вверх. После того, как вертушка поднялась в крайнее верхнее положение. снимите один груз, убедитесь, что при этом вертушка начинает опускаться вниз.

Обозначим:

M - масса вертушки;

m - масса подвешенного груза;

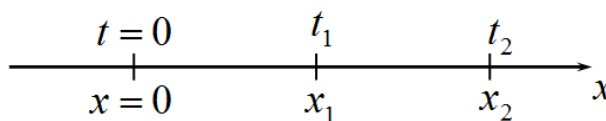
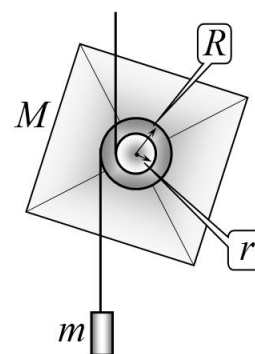
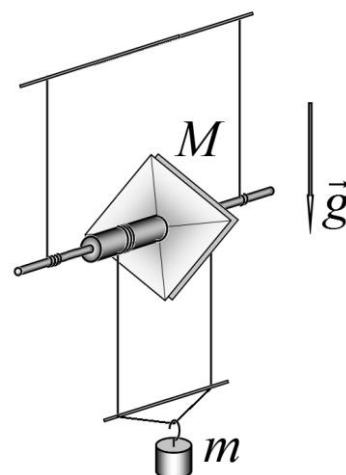
r - радиус стержня, на который намотаны нити вертушки;

R - радиус валиков, на которые намотаны нити подвеса грузов.

В данной задаче вам необходимо измерять ускорение, с которым движется ось вертушки. Положительным направлением движения вертушки считается **движение вверх**.

При измерении ускорения сложно (практически невозможно) точно зафиксировать начало движения, Т.е. добиться выполнения «теоретического» условия $v_0 = 0$.

Поэтому для измерения ускорения рекомендуем использовать следующую методику. На вертикальной измерительной ленте (или на нитях подвеса вертушки) установите 3 отметки. Когда ось вертушки будет проходить через нулевую точку, запускайте секундомер. Затем (с помощью памяти этапов) измерьте времена t_1, t_2 , когда ось проходит через отметки x_1, x_2 . При использовании такой методики Вы можете подтолкнуть вертушку из начального положения.



1. Получите формулу для расчета ускорения a по измеренным значениям x_1, x_2 и t_1, t_2 .

При изучении движения вверх и вниз можете использовать различные отметки на ленте. Все измерения рекомендуется повторять несколько раз и рассчитывать средние значения ускорений. Тщательно продумайте, в каком порядке Вы будете изменять массы подвешиваемых грузов.

2. Измерьте зависимость ускорения оси вертушки от массы подвешенного груза. Постройте график полученной зависимости.

Результаты измерений занесите в таблицу 1 Листов ответов, график постройте на бланке Листов ответов. Все длины измеряйте в см, а ускорения в см/с^2 . Укажите значения координат x_1, x_2 , при которых Вы фиксировали времена t_1, t_2 .

3. Предложите простой и достаточно точный метод измерения отношения радиусов R/r . Проведите необходимые измерения и рассчитайте это отношение.

4. Используя только результаты измерений, проведенных в п. 2 и 3, рассчитайте массу вертушки M . Оцените погрешность ее измерения ΔM .

Не забудьте кратко описать ваши методы проведения измерений и расчетов в пп. 3-4. Приведите расчетные формулы, окончательные результаты занесите в Листы ответов. Вывод расчетных формул с необходимыми пояснениями приведите на рабочих листах.

Приведенные в Листах ответов численные результаты без краткого описания способа их получения не оцениваются!

Задание 2. «Интерференция» теней.

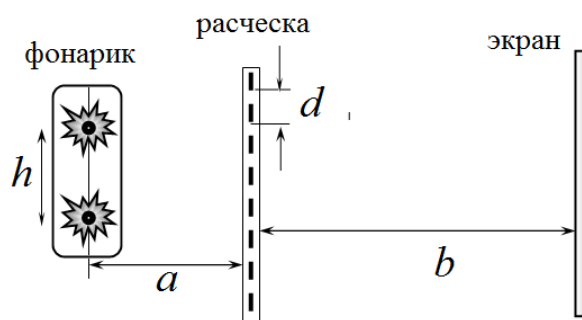
Оборудование: фонарик с 4 лампочками, двойная расческа, измерительная линейка, экран на подставке, тонкая палочка, кусок пластилина для крепления фонарика, кусок изолянта.

Расческа освещается двумя лампочками, расположенными в плоскости, параллельной расческе. За расческой расположен экран, на котором можно наблюдать тени от зубцов расчески. На рисунке вертикальный масштаб сильно преувеличен.

Оказывается, что существует несколько положений расчески и экрана при которых тени от зубцов видны наиболее четко, при других положениях они размыты.

Обозначим:

- a - расстояние от лампочек до расчески;
- b - расстояние от расчески до экрана;
- h - расстояние между лампочками;
- d - период расчески (расстояние между соседними зубцами).



Часть 1. Теоретическая.

- 1.1** Получите соотношение между указанными параметрами установки (a, b, h, d) и номером положения $m = 1, 2, 3, \dots$ при котором тени зубцов на решетке оказываются наиболее четкими.
- 1.2** Укажите наглядный смысл целочисленного параметра m . Укажите, сколько положений с наиболее четкими тенями можно наблюдать в таком эксперименте.

Подсказка. Рассмотрите размер тени одного периода расчески, и смещение тени при смещении лампочки.

Часть 2. Подготовительная.

- 2.1** Измерьте периоды двух расчесок (густой и редкой) d_1, d_2 с максимальной точностью.
- 2.2** Измерьте непосредственно расстояния между соседними h_1 и крайними лампочками h_2 .

С помощью кусочка изолянта Вы можете закрыть две из четырех лампочек фонарика (они расположены на его боковой поверхности). Во всех экспериментах измерения проводите для двух пар лампочек: а) открыты крайние лампочки; б) открыты две соседние лампочки.

Расположите между фонариком и экраном (их положения выберите самостоятельно) вертикально тонкую палочку. Регулируйте положения лампочки и экрана так, чтобы две тени на экране, были одинаковыми (по размерам и освещенности).

Используйте такой способ регулировки положения фонарика и экрана во всех экспериментах.

Вам необходимо более точно определить расстояния между лампочками.

2.3 Измерьте зависимость расстояния между серединами теней палочки от отношения расстояний $\frac{b}{a}$ для двух пар лампочек: соседних и крайних. Постройте графики полученных зависимостей.

2.4 По результатам этих измерений рассчитайте расстояния между соседними h_1 и крайними лампочками h_2 . Оцените погрешность найденных значений.

Внимание! В дальнейшей работе будьте предельно аккуратны. Определять положения расчески и экрана довольно сложно. «подходите» к примерно найденному значению с двух сторон двигая расческу или экран сначала с одной стороны (запомните или запишите значение координаты), а затем с другой – после чего усредните полученные значения. Не подгоняйте результаты измерений под теоретические значения – не поверим и накажем.

Часть 3. Перемещение расчески.

Закрепите лампочки и экран на расстоянии $S = a + b = 50\text{см}$. Используя палочку отрегулируйте их взаимное положение.

3.1 Измерьте значения расстояний b_m для четырех случаев, выбирая разные пары лампочек и разные части расчески.

3.2 Проведите теоретический расчет значений b_m для всех четырех случаев.

3.3 Постройте график зависимости значений b_m от номера m для крайних лампочек и густой расчески. Определите параметры этой зависимости. Рассчитайте с помощью этого графика отношение $\frac{d_1}{h_2}$.

Часть 4. Перемещение экрана.

Измерения проведите только для крайних лампочек и густой расчески.
Закрепите фонарик и расческу на расстоянии $a = 20\text{см}$.

4.1 Измерьте зависимость расстояния от расчески до экрана b_m (при фиксированном значении a) от его номера m .

4.2 Проведите теоретический расчет b_m для этого эксперимента.

4.3 Предложите линеаризацию полученной зависимости. постройте график линеаризованной зависимости.

4.4 Сделайте общий вывод: подтверждается ли ваша теория экспериментально.